

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Київський національний університет будівництва і архітектури

## **ОСНОВИ ЗБОРУ, ПЕРЕДАВАННЯ І ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ**

Методичні вказівки  
до виконання лабораторних і практичних робіт  
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
за спеціальністю 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані  
технології та робототехніка»

Київ 2025



УДК 62–5 [075.8]

О-75

Укладачі: С.В. Іносов, канд. техн. наук, доцент;

О.В. Бондарчук, канд. техн. наук, доцент

Рецензент Г.І. Голенков, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск А.В. Запривоюда, канд. техн. наук,  
доцент

*Затверджено на засіданні кафедри автоматизації  
технологічних процесів, протокол № 6 від 24 жовтня 2024 року.*

В авторській редакції.

**Основи** збору, передавання і обробки інформації : методичні  
О-75 вказівки до лабораторних і практичних робіт / уклад. : С.В. Іносов,  
О.В. Бондарчук. – Київ : КНУБА, 2025. – 24 с.

Містять вимоги до змісту лабораторних робіт з курсу «Основи збору, передавання і обробки інформації».

Призначено для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка».

© КНУБА, 2025

## ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	5
Робота № 1. Перевірка та підтвердження центральної граничної теорема за результатами випадкової вибірки (обґрунтування подальших робіт).....	5
Робота № 2. Оцінка довірчих інтервалів для середнього генеральної сукупності за результатами вимірювання малої випадкової вибірки (визначення номіналу партії електронних компонентів).....	6
Робота № 3. Оцінка довірчих інтервалів для середньоквадратичного відхилення за результатами вимірювання малої випадкової вибірки (аналіз точності виготовлення електронних компонентів).....	7
Робота № 4. Оцінка довірчих інтервалів пропорції за результатами вимірювання малої випадкової вибірки (аналіз проценту браку партії електронних компонентів).....	7
Робота № 5. Оцінка довірчих інтервалів для різниці середніх двох генеральних сукупностей (порівняння двох партій електронних компонентів за номіналом).....	8
Робота № 6. Оцінка довірчих інтервалів для відношення середньоквадратичних відхилень двох генеральних сукупностей (оцінка підвищення точності виготовлення електронних компонентів).....	9
Робота № 7. Перевірка гіпотези про закон розподілу даних за критерієм Пірсона (перевірка рівномірності розподілу даних від генератора випадкових чисел).....	10
Робота № 8. Оцінка відхилення закону розподілу від нормального за асиметрією та ексцесом (оцінка якості генерації нормальних випадкових чисел додаванням декількох рівномірно розподілених чисел).....	10
Робота № 9. Регресійний аналіз двох чисельних масивів даних (виявлення аналітичної залежності і кореляції між міцністю бетону, виміряною ультразвуковим методом і методом роздавлювання кубиків тощо).....	11
Робота № 10. Усунення періодичної складової випадкового процесу ковзаючим середнім в «застиглому» часі (усунення сезонних коливань з графіків температури).....	12

Робота № 11. Порівняння нерекурсивної цифрової фільтрації в реальному часі з фільтрацією в «застиглому» часі (каузальна та некаузальна фільтрація).....	12
Робота № 12. Реалізація та дослідження найпростіших цифрових ЛПС фільтрів реального часу (диференціюючий, інтегруючий, експоненційне згладжування, ковзаюче середнє, коливальний фільтр) в рекурсивній та нерекурсивній формах реалізації.....	13
Робота № 13. Дослідження умов стійкості рекурсивних цифрових ЛПС алгоритмів фільтрації даних в реальному часі.....	14
Робота № 14. Дослідження цифрового фільтра Гауса як границі, до якої прямують будь-які багатокаскадні згладжуючі фільтри у разі збільшення кількості каскадів.....	14
Робота № 15. Проходження синусоїдального сигналу через цифровий ЛПС фільтр.....	15
Робота № 16. Вирахування частотних характеристик цифрових ЛПС фільтрів за допомогою алгоритму Швидкого Перетворення Фур'є....	16
Робота № 17. Дослідження прогнозуючого адаптивного ЛПС фільтру (самонавчання прогнозуючого фільтра як задача мінімізації середньоквадратичної помилки прогнозування на базі минулого досвіду).....	16
Робота № 18. Синтез послідовного безінерційного коректора нелінійності датчика температури (термопари, термометра опору)...	17
Робота № 19. Синтез послідовного ЛПС коректора динамічних похибок датчика температури (як задача мінімізації середньоквадратичної похибки між ідеальною реакцією та реальним виходом коректора)...	18
Робота № 20. Ідентифікація цифрового ЛПС фільтра в рекурсивній формі (моделі об'єкта регулювання) як задача мінімізації середньоквадратичної похибки моделювання.....	18
Робота № 21. Дисперсійний аналіз випадкової числової послідовності (дискретний шум) за допомогою системи цифрових фільтрів.....	19
Робота № 22. Автокореляційний аналіз випадкової числової послідовності (дискретний шум).....	20
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	21

## **ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

**Метою** виконання лабораторних та практичних робіт є закріплення студентами набутих під час вивчення дисципліни «Основи збору, передавання та обробки інформації» теоретичних знань.

Для виконання лабораторних і практичних робіт з дисципліни «Основи збору, передачі та обробки інформації» використовуються електронні таблиці EXCEL. Додатково застосовуються програми FENCE, PULSE і деякі інші, спеціально розроблені доцентом Іносовим з використанням C++ Builder для вирішення задач аналізу, синтезу і реалізації фільтрів реального часу. Різниця між лабораторними і практичними роботами полягає в тому, що перші орієнтовані на бригадний підхід і конкретні чисельні варіанти, а другі орієнтовані на роботу з усією групою над більш загальними питаннями. Вихідні дані можуть бути видані за варіантами на бригади студентів або індивідуально. Результати виконання робіт оформлюються і здаються у письмовій формі.

### **Робота № 1.**

**Перевірка та підтвердження центральної граничної теореми за результатами випадкової вибірки (обґрунтування подальших робіт)**

1. Кожному студенту зробити окрему вибірку 16 випадкових цифр (від 0 до 9) із сукупності з завідомо рівномірним розподілом (наприклад, із середніх стовпчиків таблиці логарифмів).

2. Кожному студенту окремо ввести свої дані в електронну таблицю й вирахувати середнє значення (його математичне очікування 4.5) та середньоквадратичне відхилення (його математичне очікування 3.02) для своєї вибірки.

3. Середні значення вибірок окремих студентів звести до купи в єдиний масив середніх вибіркових і ввести в електронну таблицю.

4. Для масиву середніх вибіркових вирахувати середнє значення (його математичне очікування 4.5) і середньоквадратичне відхилення (його математичне очікування  $3.02/\sqrt{16} = 0.755$  ).

5. Для цього ж масиву побудувати інтегральну гістограму розподілу вибіркових середніх. Теоретично розподіл повинен наближатися до нормального розподілу. Практично він буде значно ближчий до нормального, ніж розподіл вихідних даних (рівномірний).

6. Записати усі цифрові дані, розрахункові формули, змалювати графіки.

7. Зробити висновок про наближення розподілу вибіркового середнього до нормального розподілу, незалежно від розподілу вихідних даних, і про зменшення варіації вибіркового середнього із збільшенням об'єму вибірки.

8. Звіт повинен вміщувати заголовок роботи, цифрові дані, розрахункові формули та графіки, висновки.

## **Робота № 2.**

**Оцінка довірчих інтервалів для середнього генеральної сукупності за результатами вимірювання малої випадкової вибірки (визначення номіналу партії електронних компонентів)**

1. Усій групі студентів зробити випадкову вибірку 25 – 45 електронних компонентів (резисторів, конденсаторів тощо) із генеральної сукупності (партії) в кілька сотен елементів.

2. Виконати вимірювання основного параметра елементів вибірки (опору тощо). Кожен студент вимірює 2 – 3 елементи.

3. Одержані дані звести до купи і ввести в електронну таблицю.

4. Вирахувати об'єм вибірки, середнє вибірки, середньоквадратичне відхилення вибірки.

5. Вирахувати очікуване СКВ для середнього вибірки за формулою  $\frac{\text{СКВ}_{\text{вибірки}}}{\sqrt{\text{Об'єм}_{\text{вибірки}}}}$ .

6. Задати довірчу вірогідність на рівні 0.95.

7. Вирахувати квантіль Стьюдента, використовуючи формулу розподілу Стьюдента.

8. Вирахувати довірчі інтервали для середнього генеральної сукупності (для номіналу основного параметра).

9. Зробити висновок про відповідність (невідповідність) даної партії електронних компонентів технічним умовам.

10. Записати усі цифрові дані, розрахункові формули.

11. Звіт повинен вміщувати заголовок роботи, цифрові дані, розрахункові формули, висновки.

### **Робота № 3.**

**Оцінка довірчих інтервалів для середньоквадратичного відхилення за результатами вимірювання малої випадкової вибірки (аналіз точності виготовлення електронних компонентів)**

1. Усій групі студентів зробити випадкову вибірку 25 – 45 електронних компонентів (резисторів тощо) із генеральної сукупності (партії) в кілька сотень елементів.

2. Виконати вимірювання відхилення основного параметра елементів вибірки (опору тощо) від номіналу. Кожен студент вимірює 2 – 3 елементи.

3. Одержані дані звести до купи і ввести в електронну таблицю.

4. Вирахувати об'єм вибірки, середньоквадратичне відхилення вибірки.

5. Задати довірчу вірогідність на рівні 0.95.

6. Вирахувати квантілі  $\chi^2$ -квадрат розподілу, використовуючи формулу розподілу  $\chi^2$ -квадрат.

7. Вирахувати довірчі інтервали для дисперсії генеральної сукупності.

8. Вирахувати довірчі інтервали для середньоквадратичного відхилення генеральної сукупності.

9. Зробити висновок про відповідність (невідповідність) даної партії електронних компонентів технічним умовам за точністю виготовлення.

10. Записати усі цифрові дані, розрахункові формули.

11. Звіт повинен вміщувати заголовок роботи, цифрові дані, розрахункові формули, висновки.

### **Робота № 4.**

**Оцінка довірчих інтервалів пропорції за результатами вимірювання малої випадкової вибірки (аналіз проценту браку партії електронних компонентів)**

1. Кожному студенту зробити випадкову вибірку 4 – 6 електронних компонентів (запобіжників, напівпровідників тощо) із генеральної сукупності (партії) в кілька сотень елементів.

2. Кожному студенту оцінити справність/несправність елементів вибірки (цілий/перегорів).

3. Одержані дані поступово вводити в електронну таблицю (1 справний, 0 – несправний), при цьому кожен раз прораховувати наступні пункти у міру зростання об'єму даних.

4. Вирахувати об'єм вибірки, пропорцію браку для вибірки.
5. Вирахувати очікуване середньоквадратичне відхилення для пропорції вибірки за формулою  $\sqrt{\frac{\text{ПропорціяВибірки} * (1 - \text{ПропорціяВибірки})}{\text{Об'ємВибірки}}}$ .
6. Задати довірчу вірогідність на рівні 0.95.
7. Вирахувати нормальний квантіль, використовуючи формулу нормального розподілу.
8. Вирахувати довірчі інтервали для пропорції генеральної сукупності.
9. Зробити висновок про процент браку даної партії електронних компонентів.
10. Записати усі цифрові дані, розрахункові формули.
11. Збудувати графік залежності довірчих інтервалів від об'єму вибірки.
12. Звіт повинен вміщувати заголовок роботи, цифрові дані, розрахункові формули, графіки, висновки.

### **Робота № 5.**

**Оцінка довірчих інтервалів для різниці середніх двох генеральних сукупностей (порівняння двох партій електронних компонентів за номіналом)**

1. Зробити дві випадкові вибірки 25 – 30 електронних компонентів (резисторів, конденсаторів тощо) із двох генеральних сукупностей (партій) в кілька сотень елементів.
2. Виконати вимірювання основного параметра елементів обох вибірок (опору тощо).
3. Одержані дані звести до купи і ввести в електронну таблицю у вигляді двох масивів чисел.
4. Вирахувати об'єми вибірок, середні вибірок, середньоквадратичні відхилення вибірок.
5. Вирахувати різницю середніх обох вибірок.
6. Вирахувати очікувані СКВ для середніх обох вибірок за формулою  $\frac{\text{СКВвибірки}}{\sqrt{\text{Об'ємВибірки}}}$ .
7. Вирахувати очікуване СКВ різниці середніх обох вибірок за формулою  $\sqrt{\text{СКВпершоїВибірки}^2 + \text{СКВдругоїВибірки}^2}$

8. Задати довірчу вірогідність на рівні 0.95.
9. Вирахувати нормальний квантіль.
10. Вирахувати довірчі інтервали для різниці середніх двох генеральних сукупностей (для різниці номіналів основного параметра).
11. Зробити висновок про ідентичність (неідентичність) двох партій електронних компонентів.
12. Записати усі цифрові дані, розрахункові формули.
13. Звіт повинен вміщувати заголовок роботи, цифрові дані, розрахункові формули, висновки.

### **Робота № 6.**

#### **Оцінка довірчих інтервалів для відношення середньоквадратичних відхилень двох генеральних сукупностей (оцінка підвищення точності виготовлення електронних компонентів)**

1. Зробити дві випадкові вибірки 25 – 30 електронних компонентів (резисторів, конденсаторів тощо) із двох генеральних сукупностей (партій) в кілька сотень елементів.
2. Виконати вимірювання відхилення основного параметра елементів обох вибірок (опору тощо) від номінального значення в процентах.
3. Одержані дані звести докупи і ввести в електронну таблицю у вигляді двох масивів чисел.
4. Вирахувати об'єми вибірок, середньоквадратичні відхилення вибірок.
5. Вирахувати відношення СКВ обох вибірок.
6. Задати довірчу вірогідність на рівні 0.95.
7. Вирахувати верхній і нижній квантілі за формулою розподілу Фішера.
8. Вирахувати довірчі інтервали для відношення СКВ двох генеральних сукупностей (для відношення середніх похибок обох партій).
9. Зробити висновок про збільшення точності виготовлення.
10. Записати усі цифрові дані, розрахункові формули.
11. Звіт повинен вміщувати заголовок роботи, цифрові дані, розрахункові формули, висновки.

### **Робота № 7.**

**Перевірка гіпотези про закон розподілу даних за критерієм Пірсона (перевірка рівномірності розподілу даних від генератора випадкових чисел тощо)**

1. Зробити вибірку 80 – 100 випадкових даних із сукупності, рівномірність розподілу якої перевіряється (наприклад, розподіл дат народження за порами року).

2. Ввести дані в електронну таблицю з класифікацією по «кишенях» (порах року).

3. Для кожної «кишені» вирахувати квадрат різниці між теоретичною частотою і фактичною, поділений на теоретичну. Підсумувавши одержані результати для всіх «кишень», вирахувати  $\chi^2$ -квadrat критерій.

4. Встановити довірчу вірогідність на рівні 0.95.

5. Вирахувати теоретичну верхню границю (квантіль), використовуючи  $\chi^2$ -квadrat розподіл.

6. Порівнявши обидва результати, зробити висновок про рівномірність (нерівномірність) розподілу.

7. Записати усі цифрові дані, розрахункові формули.

8. Звіт повинен вміщувати заголовок роботи, цифрові дані, розрахункові формули, висновки.

### **Робота № 8.**

**Оцінка відхилення закону розподілу від нормального за асиметрією та ексцесом (оцінка якості генерації нормальних випадкових чисел додаванням декількох рівномірно розподілених чисел)**

1. В електронній таблиці згенерувати велику кількість (1000 – 2000) випадкових чисел, нормальність розподілу яких буде перевірятись. Кожне таке число вираховується як сума декількох чисел з рівномірним розподілом. Кількість таких додатків задається спочатку 3, потім 5, потім 10 і кожного разу наступні пункти перераховуються знову.

2. Вирахувати об'єм вибірки, її асиметрію та ексцес.

3. Вирахувати очікуване СКВ асиметрії за формулою  $\sqrt{6 \cdot (n-1) / ((n+1)(n+3))}$ , де  $n$  – об'єм вибірки.

4. Вирахувати очікуване СКВ ексцесу за формулою  $\sqrt{24 \cdot n \cdot (n-2)(n-3) / ((n+1)^2(n+3)(n+5))}$ .
5. Задати доірчу вірогідність на рівні 0.95.
6. Вирахувати нормальні квантілі.
7. Вирахувати довірчі інтервала для асиметрії і ексцесу.
8. Порівнявши фактичні ексцес і асиметрію з довірчими інтервалами, зробити висновок про нормальність розподілу даних.
9. Записати усі цифрові дані, розрахункові формули, змалювати графіки.
10. Зробити висновок про наближення розподілу суми рівномірно розподілених чисел до нормального із збільшенням кількості додатків.
11. Звіт повинен вміщати заголовок роботи, цифрові дані, розрахункові формули та графіки, висновки.

### **Робота № 9.**

**Регресійний аналіз двох чисельних масивів даних (виявлення аналітичної залежності і кореляції між міцністю бетону, виміряною ультразвуковим методом і методом роздавлювання кубиків тощо)**

1. Взяти з літературних джерел або у викладача експериментальні дані зв'язку міцності бетону, виміряної ультразвуковим методом і методом роздавлювання кубиків.
2. Ввести ці дані в електронну таблицю у вигляді двох масивів.
3. Побудувати графік залежності одного параметру від іншого у вигляді множини точок.
4. На цей графік нанести лінію лінійної регресії, вирахувати параметри лінійної залежності.
5. Вирахувати коефіцієнт кореляції між цими двома масивами.
6. Записати усі цифрові дані, розрахункові формули, змалювати графіки.
7. Зробити висновок, чи можна використовувати результати ультразвукових випробувань для оцінки реальної міцності бетону і з якою точністю.
8. Звіт повинен вміщувати заголовок роботи, цифрові дані, розрахункові формули та графіки, висновки.

### **Робота № 10.**

**Усунення періодичної складової випадкового процесу ковзаючим середнім в «застиглому» часі (усунення сезонних коливань з графіків температури тощо)**

1. Одержати у викладача файл з випадковим процесом, що має коливальну складову, у текстовому форматі, довжиною 300 – 1000 чисел.
2. Загрузити ці дані в електронну таблицю у вигляді стовпчика.
3. Побудувати графік процесу.
4. У сусідніх стовпчиках вирахувати результат згладжування даних послідовно двома ковзаючими середніми з інтервалами згладжування, що відповідають діапазону зміни періоду коливань.
5. Збудувати графік результату (тренду).
6. Збудувати графік вагової функції еквівалентного фільтру (у формі трапеції).
7. Записати усі розрахункові формули, змалювати графіки.
8. Звіт повинен вміщувати заголовок роботи, розрахункові формули та графіки, висновки.

### **Робота № 11.**

**Порівняння нерекурсивної цифрової фільтрації в реальному часі з фільтрацією в «застиглому» часі (каузальна та некаузальна фільтрація)**

1. Завантажити в EXCEL файл під назвою Frozen Time Filter, що містить формули цифрової нерекурсивної ЛС фільтрації.
2. Одержати у викладача значення вхідного сигналу.
3. Ввести ці дані в стовпчик Input.
4. Вибрати коефіцієнти згладжуючого цифрового фільтра за одним із наявних сценаріїв (Exponential, Uniform, Gauss, Triangle) в реальному часі або в застиглому часі (Real, Frozen). Фільтри реального часу відрізняються тим, що вагова функція дорівнює нулю за негативних значень часу.
5. Змалювати графіки вагової функції фільтра, вхідного сигналу, вихідного сигналу.
6. Повторювати пункти 4, 5 доти, доки не будуть перебрані усі варіанти.
7. Записати розрахункові формули фільтра.

8. Зробити висновки щодо різниці між фільтрами реального часу і застиглого часу: а) вагова функція перших несиметрична, других – симетрична; б) перші вносять запізнення в результат, другі – ні.

9. Звіт повинен вміщувати заголовок роботи, цифрові дані, розрахункові формули та графіки, висновки.

### Робота № 12.

**Реалізація та дослідження найпростіших цифрових ЛІС фільтрів реального часу (диференціюючий, інтегруючий, експоненційне згладжування, ковзаюче середнє, коливальний фільтр) в рекурсивній та нерекурсивній формах реалізації**

1. Запустити програму ілюстрації роботи фільтра реального часу під назвою PULSE.

2. Ввести один з варіантів значень коефіцієнтів чисельника передавальної функції B0-B4 і знаменника передавальної функції A1-A4 згідно з таблицею:

Фільтр	B0	B1	B2	B3	B4	A1	A2	A3	A4
Дискретне диференціювання	1	-1	0	0	0	0	0	0	0
Дискретне інтегрування	1	0	0	0	0	-1	0	0	0
Ковзаюче середнє	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0	0	0
Експоненційне згладжування нерекурсивне	0.5	0.25	0.125	0.062	0.031	0	0	0	0
Експоненційне згладжування рекурсивне	0.5	0	0	0	0	-0.5	0	0	0
Коливальний фільтр	0.3	0	0	0	0	-1.5	0.8	0	0

3. Запустити виконання програми кнопкою RUN.

4. Одержати графік вагової функції фільтра, натиснувши кнопку DIAGRAM.

5. Змалювати графік результату.

6. Повторити пункти 2 – 5 для всіх варіантів фільтрів.

7. Повторити пункти 2 – 6, змінивши вхідний сигнал на заданий викладачем (замість одиничного імпульсу за замовчуванням). Для цього натиснути кнопку EditX.

8. Звіт повинен вміщувати заголовок роботи, цифрові дані та графіки.

### **Робота № 13.**

**Дослідження умов стійкості рекурсивних цифрових ЛС алгоритмів фільтрації даних в реальному часі**

1. Запустити програму ілюстрації роботи фільтра реального часу під назвою PULSE.

2. Ввести значення одного з коефіцієнтів знаменника передавальної функції фільтра більше одиниці, наприклад,  $A_1=0$   $A_2=1.1$   $A_3=0$   $A_4=0$ .

3. Запустити виконання програми кнопкою RUN.

4. Одержати графік вагової функції фільтра, натиснувши кнопку DIAGRAM.

5. Змалювати графік результату.

6. Повторити пункти 2 – 5, змінивши знак коефіцієнту  $A_2$ .

7. Повторити пункти 2 – 5 з таким набором коефіцієнтів:  $A_1=-1.8$   $A_2=1.1$   $A_3=0$   $A_4=0$ .

8. Зробити висновок про умови стійкості цифрового ЛС фільтра.

9. Звіт повинен вміщати заголовок роботи, цифрові дані та графіки, висновки.

### **Робота № 14.**

**Дослідження цифрового фільтра Гауса як границі, до якої прямують будь-які багатокаскадні згладжуючі фільтри у разі збільшення кількості каскадів**

1. Запустити програму Калькулятора алгебри гратчастих функцій Іносова під назвою FENCE.

2. У вікно редагування ввести вагову функцію будь-якого згладжуючого фільтра, наприклад  $\{0.5 \ 0.5 \ 0 \ \dots\}$  Основна умова – сума вагових коефіцієнтів повинна дорівнювати 1.

3. Помножити її (тобто виконати згортку) на саму себе, заштовхнувши її перед тим в стек.

4. Повторити попередній пункт 3 – 4 рази.

5. Змалювати графік результату. Це і буде вагова функція цифрового фільтра Гауса.

6. Повторити пункти 2 – 5, змінюючи початкову функцію. Результат повинен бути однаковим в будь-якому варіанті.

7. Взяти у викладача графік сигналу, що його треба згладити фільтром Гауса.

8. Ввести його у вікно редагування, заштовхнувши перед цим функцію Гауса в стек.

9. Перемножити (тобто виконати згортку) обох сигналів.

10. Змалювати результат згладжування.

11. Зробити висновок про наближення будь-якого багатокаскадного згладжуючого фільтра до Гаусового у разі збільшення кількості каскадів.

12. Звіт повинен вміщувати заголовок роботи, графіки, висновки.

### **Робота № 15.**

#### **Проходження синусоїдального сигналу через цифровий ЛС фільтр**

1. Завантажити в EXCEL файл під назвою SinThroughLIS, що містить формули моделювання реакції нерекурсивного цифрового ЛС фільтра реального часу на синусоїдальний вхідний сигнал.

2. За вказівкою викладача завантажити один із сценаріїв (вагову функцію фільтра): Експоненціальне згладжування, Рівномірне згладжування, Фільтр Гауса, Резонансний фільтр, Фільтр низьких частот, Диференціюючий фільтр, Затримуючий фільтр. Змалювати графік вагової функції.

3. З графіків вхідної та вихідної синусоїд вирахувати і записати відношення їхніх амплітуд.

4. Змінювати частоту вхідної синусоїди в діапазоні від 0.02 до 1, кожен раз виконуючи попередній пункт.

5. Побудувати Амплітудо-частотну характеристику даного фільтра.

6. Записати розрахункові формули фільтра.

7. Зробити висновки щодо проходження синусоїдального сигналу через цифровий ЛС фільтр.

8. Звіт повинен вміщувати заголовок роботи, цифрові дані, розрахункові формули та графіки, висновки.

## Робота № 16.

### **Вирахування частотних характеристик цифрових ЛС фільтрів за допомогою алгоритму Швидкого Перетворення Фур'є**

1. Завантажити в EXCEL файл під назвою Frequency Responses, що дозволяє вирахувати частотні характеристики цифрового ЛС фільтра за допомогою Швидкого Перетворення Фур'є (ШПФ) від вагової функції фільтра.

2. За вказівкою викладача завантажити один із сценаріїв (набір вагових функцій фільтра): Експоненціальне згладжування, Вагова функція у формі трапеції, Трикутника, Рівномірне згладжування, Резонансний фільтр, Низькочастотний фільтр.

3. Змалювати графік вагової функції.

4. Виконати алгоритм ШПФ для вагової функції, що аналізується (довжина реалізації 1024).

5. Змалювати характерний графік Амплітудо-частотної характеристики фільтра.

6. Повторити пункти 2-5 для інших сценаріїв.

7. Зробити висновки щодо властивостей різних фільтрів у частотній та часовій областях.

8. Звіт повинен вміщувати заголовок роботи, графіки, висновки.

## Робота № 17.

### **Дослідження прогнозуючого адаптивного ЛС фільтра (самонавчання прогнозуючого фільтра як задача мінімізації середньоквадратичної помилки прогнозування на базі минулого досвіду)**

1. Завантажити в EXCEL файл під назвою PROPNET, що містить формули адаптивного прогнозуючого ЛС фільтра.

2. Одержати у викладача числову послідовність, що її треба прогнозувати (значення аналітичної функції, щоденні виміри температури, курсу долара тощо).

3. Початкові 15 – 20 чисел ввести в стовпчик INPUT.

4. Вибрати один із сценаріїв – ForSmoothData або ForNoisyData в залежності від характеру даних.

5. Змалювати графіки вагової функції фільтра, вхідного сигналу, вихідного сигналу. Записати середньоквадратичну похибку.

6. Провести адаптацію або самонавчання фільтра. Для цього за допомогою «Шукача рішення» мінімізувати середньоквадратичну похибку, змінюючи вагові коефіцієнти фільтра. При цьому абсолютна величина вагових коефіцієнтів обмежується затухаючою експонентою.

7. Знову змалювати графіки вагової функції фільтра, вхідного сигналу, вихідного сигналу. Записати середньоквадратичну похибку, що повинна значно зменшитися.

8. Вводити наступні числа послідовності, стежити за прогнозом і перевіряти його точність. Інколи повторювати адаптацію фільтра.

9. Записати усі цифрові дані, розрахункові формули, змалювати графіки.

10. Зробити висновок про точність прогнозу.

11. Звіт повинен вміщати заголовок роботи, цифрові дані, розрахункові формули та графіки, висновки.

### **Робота № 18.**

**Синтез послідовного безінерційного коректора нелінійності датчика температури (термопар, термометра опору)**

1. Взяти у викладача або із довідкової літератури таблицю стандартної градуїровки термопар або термометру опору.

2. Ввести ці дані в електронну таблицю у вигляді двох стовпчиків (температура/напруга або температура/опір).

3. Побудувати графік градуїровочної кривої.

4. Поміняти місцями стовпчики, щоб одержати зворотню функціональну залежність для коректора.

5. Побудувати графік цієї функціональної залежності.

6. На графік нанести лінію регресії у вигляді полінома другого або третього порядку.

7. Вивести на екран формулу цієї лінії регресії, що і буде формулою коректора.

8. Написати програму коректора на мові програмування BASIC (або іншій).

9. Записати усі цифрові дані, розрахункові формули, змалювати графіки.

10. Звіт повинен вміщувати заголовок роботи, цифрові дані, розрахункові формули та графіки.

## Робота № 19.

**Синтез послідовного ЛС коректора динамічних похибок датчика температури (як задача мінімізації середньоквадратичної похибки між ідеальною реакцією та реальним виходом коректора)**

1. Завантажити в EXCEL файл під назвою CORRECTOR, що містить формули коректуючого послідовного нерекурсивного цифрового ЛС фільтра. Його призначення – підвищити швидкодію каналу цифрового вимірювання температури.

2. Одержати у викладача значення перехідної функції датчика температури, одержані періодичною вибіркою (дані, одержані під час виконання лабораторних робіт з курсу «Технологічні виміри та метрологія»).

3. Ввести ці дані в стовпчик StepResponce.

4. Задати ідеальний вихід коректора у вигляді одиничного стрибка з запізненням у часі на 1 – 3 такти. Час запізнення повинен бути достатнім, щоб перехідна функція датчика досягла 20% сталої величини.

5. Провести адаптацію або самонавчання фільтра. Для цього за допомогою «Шукача рішення» мінімізувати середньоквадратичну похибку реальної реакції коректора, змінюючи вагові коефіцієнти фільтра. При цьому обмежити порядок прогнозуючого фільтра першим порядком (обмежити коефіцієнти фільтра вищих порядків нульовим значенням).

6. Змалювати графіки вагової функції коректора, вхідного сигналу коректора (тобто перехідної функції датчика), вихідного сигналу коректора.

7. Записати цифрові дані, розрахункові формули, змалювати графіки.

8. Зробити висновок щодо збільшення швидкодії каналу вимірювання завдяки коректору.

9. Звіт повинен вміщувати заголовок роботи, цифрові дані, розрахункові формули та графіки, висновки.

## Робота № 20.

**Ідентифікація цифрового ЛС фільтра в рекурсивній формі (моделі об'єкта регулювання) як задача мінімізації середньоквадратичної похибки моделювання**

1. Завантажити в EXCEL файл під назвою Discrete Identification, що містить модель рекурсивного цифрового фільтра з передавальною функцією  $(b_0 + b_1z^{-1} + b_2z^{-2})/(1 + a_1z^{-1} + a_2z^{-2})$ .

2. За вказівкою викладача завантажити один із сценаріїв (експериментально одержана періодичною вибіркою перехідна функція об'єкта регулювання): Аперіодичний Об'єкт або Коливальний Об'єкт.

3. В якості вхідного сигналу моделі ввести одиничний стрибок: 1, 1, 1,...

4. В якості початкового наближення коефіцієнтів фільтра взяти значення  $b_0=0$ ,  $b_1=1$ ,  $b_2=0$ ;  $a_1=0$ ,  $a_2=0$ .

5. Виконати автоматичний пошук мінімуму середньоквадратичного відхилення перехідної функції моделі від експериментальної перехідної функції об'єкта, варіюючи коефіцієнти  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $a_1$ ,  $a_2$ .

6. Одержані оптимальні значення коефіцієнтів записати (результат ідентифікації).

7. Змалювати графіки експериментальної перехідної функції і перехідної функції моделі.

8. Записати формули основних комірок електронної таблиці.

9. Зробити висновки щодо точності ідентифікації, записати середньоквадратичне відхилення моделі від експерименту.

10. Звіт повинен вміщувати заголовок роботи, цифрові дані, розрахункові формули та графіки, висновки.

### **Робота № 21.**

**Дисперсійний аналіз випадкової числової послідовності (дискретний шум) за допомогою системи цифрових фільтрів**

1. Завантажити в EXCEL файл під назвою NOISES, що містить формули моделювання дискретного шуму і його аналізу системою фільтрів типу «ковзаюче середнє з рівномірним зважуванням».

2. За вказівкою викладача завантажити один із сценаріїв (набір коефіцієнтів фільтра, що формує шум): Експоненціальне згладжування, Голубий шум, Білий шум, Рожевий шум, Осцилюючий шум. Записати значення коефіцієнтів.

3. Змалювати приблизно осцилограму шуму (довжина реалізації 1024) і результатів його згладжування набором фільтрів «ковзаюче середнє з рівномірним зважуванням».

4. Змалювати характерний графік залежності дисперсій на виходах фільтрів від довжини інтервалу згладжування.

5. Натискаючи на клавішу F9, одержати декілька реалізацій процесу і оцінити приблизно довірчі інтервали результатів попереднього пункту.

6. Записати розрахункові формули основних комірок електронної таблиці.

7. Зробити висновки щодо властивостей шуму, що аналізується.

8. Звіт повинен вміщувати заголовок роботи, цифрові дані, розрахункові формули та графіки, висновки.

### **Робота № 22.**

#### **Автокореляційний аналіз випадкової числової послідовності (дискретний шум)**

1. Завантажити в EXCEL файл під назвою AutoCorrelation, що містить формули моделювання дискретного шуму і його аналізу за автокореляційною функцією.

2. За вказівкою викладача завантажити один із сценаріїв (набір коефіцієнтів фільтра, що формує шум): Експоненціальне згладжування, Рівномірне згладжування, Білий шум, Форсуючий фільтр, Осцилюючий шум. Записати значення коефіцієнтів.

3. Змалювати приблизно осцилограму шуму (довжина реалізації 1024).

4. Змалювати характерний графік автокореляційної функції.

5. Натискаючи на клавішу F9, одержати декілька реалізацій процесу і оцінити приблизно довірчі інтервали результатів попереднього пункту.

6. Записати розрахункову формулу вирахування автокореляційної функції.

7. Зробити висновки щодо властивостей шуму, що аналізується.

8. Звіт повинен вміщувати заголовок роботи, цифрові дані, розрахункові формули та графіки, висновки.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Бабак В.П.* Обробка сигналів : підручник / В.П Бабак та ін. – Київ : Либідь, 1999. – 495 с.
2. *Кожевников В. Л.* Основи збирання, обробки і передачі інформації. Теоретичні основи : навч. посібник, 2-ге вид. / В.Л. Кожевников, А.В. Кожевников. – Донецьк : Національний гірничий університет, 2012. – 108 с.
3. *Самборський І.І.* Основи цифрової обробки сигналів : навч. посібник / І.І. Самборський, С.М. Шолохов, О.В. Юрченко, Б.А. Ніколаєнко. – Київ : ІСЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 171 с.
4. *Курко А.М.* Введення в теорію інформації : посібник до вивчення дисципліни «Теорія інформації» для студентів за спеціальністю «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / А.М. Курко, В.Я. Решетник. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 108 с.

## ДЛЯ НОТАТОК

## ДЛЯ ПОДАТОК

Навчально-методичне видання

## **ОСНОВИ ЗБОРУ, ПЕРЕДАВАННЯ І ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ**

Методичні вказівки  
до виконання лабораторних і практичних робіт  
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
за спеціальністю 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані  
технології та робототехніка»

Укладачі: ІНОСОВ Сергій Вікторович,  
БОНДАРЧУК Ольга Вячеславівна

Випусковий редактор *Л. С. Тавлуй*  
Комп'ютерне верстання *К. А. Мавроді*

Підписано до друку 11.09.2025. Формат 60 x 84<sub>1/16</sub>  
Ум. друк. арк. 1,39. Обл.-вид. арк. 1,5.  
Електронний документ. Вид. № 51/ПІ-25

Видавець і виготовлювач:  
Київський національний університет будівництва і архітектури  
Проспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна, 03037

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів  
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів  
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.